饲粮中添加中链脂肪酸甘油三酯对母猪繁殖性能、血清生化指标及初乳成分的影响

张文飞 [1,2]　张红菊 [1,2]　管武太 [1,2*]　谌　俊 [1,2]　罗旭芳 [1]　陈　芳 [1]　邓跃林 [1]

（1.华南农业大学动物科学学院，广州 510642；2.华南农业大学动物科学学院华农联佑饲用油脂研究中心，广州 510642）

摘　要：本试验旨在研究母猪妊娠后期和泌乳期饲粮中添加中链脂肪酸甘油三酯（MCT）对母猪繁殖性能、血清生化指标及初乳成分的影响。试验选取 120 头纯种大白妊娠母猪（3~5 胎），根据母猪预产期相近、胎次、体况、历史繁殖成绩均衡分布的原则分为 3 组，每组 40 个重复，每个重复 1 头母猪。对照组饲喂基础饲粮（含 3.17%豆油），油剂组以 0.6%纯油剂 MCT 替换基础饲粮中 0.6%的豆油（含 2.57%豆油），粉剂组在基础饲粮中添加 0.5%微胶囊粉剂 MCT。试验从母猪妊娠第 85 天开始至仔猪断奶结束。结果表明：1）与对照组相比，油剂组和粉剂组母猪产程分别提高了 17.58%（P<0.05）和 9.21%（P>0.05），母猪泌乳期平均日采食量分别提高了 5.92%和 10.07%（P>0.05），母猪断奶后 7 日发情率分别提高了 6.52%和 4.25%（P>0.05）；饲粮中添加 MCT 对母猪其他繁殖性能指标无显著影响（P>0.05）。2）饲粮中添加 MCT 对母猪血清生化指标均无显著影响（P>0.05）。3）与对照组相比，油剂组和粉剂组母猪初乳乳脂含量分别提高了 18.09%和 19.09%（P>0.05），饲粮中添加 MCT 对母猪初乳成分均无显著影响（P>0.10）。由此可见，在母猪妊娠后期及泌乳期饲粮中添加 MCT 未能改善母猪的生产性能、血清生化指标及初乳成分，但添加油剂型 MCT 可显著缩短母猪产程。

关键词：中链脂肪酸甘油三脂；母猪；繁殖性能；血清生化指标；初乳成分

中图分类号：S828　　　　　　文献标识码：　　　　　　　　文章编号：

油脂是动物重要的能量和必需脂肪酸来源，其能值高且有助于脂溶性维生素的吸收，在母猪营养及其饲粮中发挥重要作用[1-2]。在母猪妊娠后期和泌乳期饲粮中添加适宜水平的油脂可以改善母猪的产仔性能。在母猪泌乳期饲粮中添加油脂可提高其采食量(或能量摄入量)和必需脂肪酸的摄入量，提高母猪产奶量和乳脂率，改善母猪的泌乳性能，同时降低母猪泌乳期体重和背膘损失，为下一个繁殖周期做准备[3]。在母猪妊娠后期和泌乳期饲粮中添加高能脂肪能够满足母猪的能量需求，改善新生仔猪断奶前存活率和初生重[4-5]，提高仔猪断奶重[6]。Lauridsen 等[7]研究表明，在母猪泌乳期饲粮中添加不同来源和水平的油脂会通过影响母乳中的乳脂率和能量，进而对后代产

收稿日期：2016-04-06
基金项目：广东省生猪产业技术体系岗位专家研究专项
作者简介：张文飞（1991-），男，满族，河南西平人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail: 1101529942@qq.com
*通信作者：管武太，教授，博士生导师，E-mail: wtguan@scau.edu.cn

生积极的影响，Jackson 等[8]和 Averette 等[9]也得出同样的结论。本实验室 Lv 等[10]的前期相关工作也表明，脂肪酸在母猪乳腺细胞乳脂合成及转运中发挥重要作用。因此，母猪妊娠后期饲粮中添加油脂是现代猪场的常用做法，但饲粮中添加过多的高能油脂会增加母猪围产期应激，增加母猪胰岛素抵抗的程度[11]，诱发母猪妊娠期高血糖症，造成母猪营养物质代谢紊乱[12]。

中链脂肪酸甘油三酯（medium-chain triglyceride，MCT）是含有 8～12 个碳原子的脂肪酸甘油三酯，其具有能值低、碳链短、消化吸收快、体内氧化代谢快等特点，可为母猪快速供能[13-19]。Gatlin 等[20]研究表明，在母猪妊娠第 90 天至泌乳第 15 天饲粮中添加 10%的 MCT，试验组所产仔猪的平均日增重和断奶重都显著高于对照组。Azain 等[21]试验表明，在母猪妊娠第 91 天至产后第 7 天饲粮中添加 10%的 MCT，其所产体重小于 900 g 的仔猪存活率要比饲喂淀粉的对照组高出 36%。尽管如此，饲粮中添加 MCT 对母猪繁殖性能、血清生化指标和初乳成分影响的相关报道仍然较少。因此，本试验旨在通过研究在母猪妊娠后期和泌乳期饲粮中添加 MCT 对母猪繁殖性能、血清生化指标及初乳成分的影响，为其在养猪生产中的应用提供理论依据和实际参考。

1　材料与方法

1.1　试验材料

本试验所用的纯油剂 MCT，商品名为辛癸酸甘油三酯（纯度>99%，其中辛酸甘油酯≥56%，癸酸甘油酯≥43%）；水溶性的微胶囊粉剂 MCT，商品名为脂壮素（粗脂肪≥50.0%，粗蛋白质≥0.5%，总碳水化合物≥38.0%，水分≤4.0%）。

1.2　试验设计与饲养管理

试验选取 120 头纯种大白妊娠母猪（3~5 胎），根据母猪预产期相近、胎次、体况、历史繁殖成绩均衡分布的原则分为 3 组，每组 40 个重复，每个重复 1 头母猪。3 组分别为：对照组（饲喂含 3.17%豆油的基础饲粮）、油剂组（以 0.6%纯油剂 MCT 替换基础饲粮中 0.6%的豆油，含 2.57%豆油+0.6%纯油剂 MCT）和粉剂组（基础饲粮上添加 0.5%微胶囊粉剂 MCT，含 3.17%豆油+0.5%微胶囊粉剂 MCT）。试验从母猪妊娠第 85 天开始至仔猪断奶结束。

本试验在广东温氏食品集团股份有限公司下设种猪场进行。妊娠后期母猪单栏饲养于分娩舍，产前 2 d，将母猪转入分娩舍。妊娠后期依据体况饲喂 2.5~3.4 kg/d 饲粮，分 2 次饲喂（08：00 和 15：30），分娩当天不喂料，分娩后第 1 天饲喂 2.0 kg，随后每天以 0.5 kg/d 逐渐增加饲喂量，至泌乳第 10 天自由采食，整个试验期母猪自由饮水。为使母猪窝带仔数均一化，母猪产后 12 h 内调整窝带仔数为 10~12 头，且在同一组内进行调整。

1.3　试验饲粮

基础饲粮为玉米-豆粕型饲粮，其各项营养指标均满足妊娠后期及泌乳期母猪的营养需要

[NRC（1998）]。基础饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis)　　%

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	58.38
豆粕 Soybean meal	17.00
膨化大豆 Expanded soybean	12.00
鱼粉 Fish meal	2.50
豆油 Soybean oil	3.17
L-赖氨酸 *L*-Lys	0.14
食盐 NaCl	0.40
石粉 Limestone	1.20
碳酸氢钙 $Ca(HCO_3)_2$	2.00
氯化胆碱 Choline chloride (50%)	0.14
氯化钾 KCl	0.07
预混料 Premix[1)]	1.00
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]	
消化能 DE/(MJ/kg)	14.32
粗蛋白质 CP	17.90
钙 Ca	1.04
有效磷 AP	0.52
总赖氨酸 TLys	1.05
总蛋氨酸+总半胱氨酸 TMet+TCys	0.70

1) 预混料为每千克饲料提供 The premix provided the following per kg of the diet：VA 9 200 IU，VD 1 300 IU，VE 20 mg，VK_3 2 mg，VB_1 2 mg，VB_2 0.03 mg，VB_6 2 mg，烟酸 nicotinic acid 29 mg，泛酸 pantothenic acid 6 mg，叶酸 folic acid 0.1 mg，Se 0.1 mg，Cu 32 mg，Fe 30 mg，Zn 20 mg，Mn 10 mg，I 0.2 mg。

2) 营养水平均为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.4　样品采集与制备

1.4.1　乳样

在母猪分娩时，每组随机选取 15 头母猪，用毛巾热敷母猪乳房，从母猪的前、中、后乳头采集初乳，每头 10 mL，-20 ℃保存，待测。

1.4.2　血样

在母猪泌乳第 14 天 09：00，每组从采初乳的母猪中随机选取 6 头进行耳缘静脉采血 5 mL（空腹），室温下倾斜静置 1 h 后，3 000 r/min 离心 15 min，将血清分装于 EP 管后-20 ℃保存，待测。

1.5　测定指标与方法

1.5.1 繁殖性能

母猪分娩时，记录母猪产程、总产仔数、产活仔数、死胎数、木乃伊数、弱仔数(体重＜800 g)、活仔数、初生窝重、仔猪初生重。21 d 仔猪断奶时，记录断奶仔猪数、断奶窝重及断奶个体重，并计算断奶仔猪成活率。此外，计算母猪泌乳期平均日增重、平均日采食量及断奶后 5 日发情率及 7 日发情率。

1.5.2　血清生化指标

血清葡萄糖、总胆固醇、总蛋白和尿素氮含量测定的试剂盒均购于南京建成生物工程研究所（货号分别为：F006、A111-2、A045-2、C013-2），操作按说明书进行。

1.5.3　初乳成分测定

初乳常规成分包括乳脂、乳糖、乳蛋白、非脂固形物和粗灰分，采用 UL40AC 乳成分快速检测仪（杭州浙大优创科技有限公司）进行测定。

1.6　数据统计及处理

试验数据采用 SPSS 18.0 进行单因素方差分析，Duncan 氏法多重比较，母猪返情率和仔猪成活率用卡方检验。P<0.05 表示差异显著，结果均以平均值±标准误（means±SE）表示。

2　结果与分析

2.1　饲粮中添加 MCT 对母猪繁殖性能的影响

由表 2 可知，饲粮中添加 MCT 影响母猪产程，与对照组相比，油剂组母猪产程缩短了 17.58%（P<0.05），粉剂组母猪产程缩短了 9.21%，但未达到显著水平（P>0.05）。与对照组相比，油剂组和粉剂组母猪平均日采食量分别提高了 5.92%、10.07%（P>0.05），油剂组和粉剂组母猪的 7 日发情率分别提高了 6.52%、4.25%（P>0.05）。饲粮中添加 MCT 对母猪其他繁殖性能指标均无显著影响（P＞0.05）。

表 2 饲粮中添加 MCT 对母猪繁殖性能的影响

Table 2　Effects of dietary supplementation of MCT on reproductive performance of sows

项目 Items	对照组 Control group	油剂组 Oil group	粉剂组 Powder group
总产仔数 Number of total piglets/头	14.24±0.45	14.22±0.42	14.40±0.36
死胎数 Number of stillbirths/头	0.98±0.23	0.98±0.20	0.79±0.12
木乃伊数 Number of mummies/头	0.61±0.20	0.34±0.10	0.36±0.10
弱仔数 Number of weak piglets/头	0.88±0.18	0.93±0.19	0.81±0.15

活仔数 Number of live piglets/头	12.66±0.46	12.90±0.39	13.29±0.31
初生窝重 Litter weight at birth/kg	17.18±0.68	18.08±0.54	17.76±0.57
仔猪初生重 Weight of piglet at birth/kg	1.37±0.04	1.42±0.04	1.35±0.04
断奶仔猪数 Number of weaning piglets/（头/窝）	10.34±0.29	10.33±0.31	10.63±0.32
断奶窝重 Weaning litter weight/kg	56.83±2.50	55.44±2.50	59.13±2.00
断奶个体重 Piglet weaning weight/kg	5.53±0.22	5.42±0.22	5.65±0.21
奶仔猪成活率 Survival rate at weaning/%	92.31	89.14	92.40
平均日增重 Average daily gain/g	210±10	210±10	220±10
产程 Labor/min	269.45±17.88[a]	222.08±13.85[b]	244.63±15.29[ab]
平均日采食量 Average daily feed intake/kg	5.06±0.34	5.36±0.42	5.57±0.31
5 日发情率 Estrus rate by day 5/%	89.13	92.28	93.18
7 日发情率 Estrus rate by day 7/%	93.48	100.00	97.73

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著(P<0.05)，相同字母或无字母表示差异不显著(P>0.05)。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P＜0.05)，while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05). The same as below.

2.2 饲粮中添加 MCT 对母猪血清生化指标的影响

由表 3 可知，饲粮中添加 MCT 对母猪血清生化指标均无显著影响（P>0.05）。

表 3 母猪饲粮中添加 MCT 对母猪血清生化指标的影响

Table 3 Effects of dietary supplementation of MCT on serum biochemical indices of sows

项目 Items	对照组 Control group	油剂组 Oil group	粉剂组 Powder group
总蛋白 TP/（g/L）	79.07±3.74	76.32±1.48	83.70±1.88
尿素氮 UN/（nmol/L）	4.85±0.27	5.33±0.39	4.90±0.32
葡萄糖 GLU/（nmol/L）	5.08±0.45	4.93±0.35	5.46±0.49
总胆固醇 TCH/（nmol/L）	1.75±0.11	1.53±0.18	1.75±0.32

2.3 饲粮中添加 MCT 对母猪初乳成分的影响

由表 4 可知，饲粮中添加 MCT 对母猪初乳成分均无显著影响（P>0.05），但与对照组相比，油剂组和粉剂组母猪乳脂含量分别提高了 1.27%、1.34%（P>0.05）。

表 4 饲粮中添加 MCT 对母猪初乳成分的影响

Table 4 Effects of dietary supplementation of MCT on colostrum composition of sows %

项目 Items	对照组 Control group	油剂组 Oil group	粉剂组 Powder group
乳脂 Milk fat	7.02±1.01	8.29±0.26	8.36±0.10
乳蛋白 Milk protein	6.71±0.48	5.04±0.54	5.84±0.34
乳糖 Lactose	9.79±0.64	7.51±0.75	8.52±0.38
非脂固形物 Solids-not-fat	17.90±1.23	13.60±1.40	15.35±0.55
粗灰分 Ash	1.45±0.11	1.08±0.19	1.07±0.11

3 讨 论

3.1 饲粮中添加 MCT 对母猪繁殖性能的影响

采食量对泌乳母猪至关重要，泌乳期采食量低不仅会导致泌乳量降低，影响仔猪的生长发育[22-23]，且会导致泌乳期母猪体脂损失过多，导致母猪断奶发情间隔延长[24]。李波等[25]报道，将 30 头第 3 胎母猪分为 3 组，分别饲喂不添加油脂及添加 2%大豆油和 2%脂肪粉的饲粮，结果表明，添加不同类型油脂对泌乳母猪的平均日采食量无显著影响，这与 Shurson 等[6]的报道一致。晋超等[26]报道，从母猪妊娠第 90 天至泌乳第 17 天，分别饲喂不添加油脂及添加棕榈油、混合油和大豆油的饲粮（妊娠期各油脂添加量为 3%，泌乳期各油脂添加量为 4%），结果表明，添加油脂显著降低了母猪泌乳期平均日采食量，但各组消化能总摄入量差异不显著。一般情况下，在母猪饲粮中添加油脂由于其能量水平提高往往会降低泌乳期母猪的采食量，但其能量摄入量升高。在同等饲粮能量水平条件下，添加油脂不会影响母猪泌乳期的采食量[3]。在本试验中，与对照组相比，油剂组母猪泌乳期平均日采食量提高了 5.92%，粉剂组母猪泌乳期平均日采食量提高了 10.07%，但是差异均不显著，与前人的结果基本一致。

为母猪提供足够的能量，不仅能缩短产程，减小仔猪在分娩时因窒息而死的发生率，且能为出生仔猪提供充足的能量，提高仔猪的成活率[27-30]。泌乳期能量摄入量也是影响母猪断奶后发情的重要因素之一。周平等[31]报道，将 54 头后备母猪分成 6 组，分别饲喂 3 个能量水平的饲粮，中等能量水平参照 NRC(1998)推荐量，低、高能量水平在此基础上减少和增加 12.5%，每个能量水平下设 2 个能量来源，淀粉组和油脂组，结果表明，发情率随能量水平增加而提高，背膘厚、体脂含量与发情率之间存在极显著正相关关系。在本试验中，与对照组相比，油剂组母猪 5、7 日发情率分别提高了 3.15%、6.52%，粉剂组母猪 5、7 日发情率分别提高了 4.05%、4.25%，但差异不显著。

管武太[3]综述了近 20 年来母猪样本数相对较大（每组重复数≥20）的研究结果，得出的结论是：母猪妊娠后期饲粮中添加油脂对母猪总产仔数、产活仔数、仔猪初生平均个体重和初生窝重等产仔性能无显著影响，但显著改善了仔猪断奶窝重、断奶平均个体重、断奶头数、仔猪平均日增重、窝增重等指标。

Van Dijk 等[32]研究表明，妊娠后期母猪饲粮中添加 MCT 可以改善母猪妊娠后期代谢紊乱，稳定血液中的胰岛素水平，并且能快速提供能量，使母猪分娩时有充足的体力，从而缩短产程，减少死胎；Dunshea 等[33]研究表明，饲粮来源的甘油三酯可直接被乳腺组织利用，从而可提高乳脂中的中碳链甘油三酯含量，为仔猪提供更多的能量，提高仔猪的成活率；陈赞谋等[34]研究表明，在仔猪出生 12 和 36 h 内分别灌服 4 mL/头 MCT，仔猪断奶时平均日增重提高了 14%；朱成林等[35]用中链脂肪酸饲喂初生仔猪，发现成活率由 71.40%提高到 84.04%。本试验和以上研究结果相一致，试验组产活仔数和初生窝重比对照组都有提高，但差异不显著。

母猪产程不仅影响窝产活仔数，而且还影响仔猪出生后的成活率和母猪利用年限，对母猪而言，产程延长导致产后出血及产后感染而发生炎症，延长母猪断奶发情间隔，增加了母猪下一胎的失配率；对仔猪而言，进入产道而迟迟不出母体，易发生窒息死亡[36]。一般营养方面造成母猪产程延长的原因有 3 点：1）母猪妊娠后期葡萄糖利用不足，能量不够，分娩时易发生宫缩乏力。2）母猪妊娠后期背膘增加，产道脂肪过多而变得狭窄，从而造成难产，分娩时间延长。3）大量硬粪球占据肠道，挤压产道空间，不利于仔猪通过，同时便秘引发的痛感会促进阿片样肽的分泌，从而抑制了缩宫素的分泌，减少子宫收缩力量[37]。本试验中饲粮添加油剂型 MCT 能显著缩短母猪产程，比对照组缩短了 17.58%。分析原因可能是因为 MCT 快速供能，能够补充母猪分娩时所需的大量的能量需要，并且 MCT 可以改善胰岛素抵抗，减少母猪妊娠后期背膘沉积，从而减少因脂肪过多而引起的产道狭窄。

3.3 饲粮添加 MCT 对母猪血清生化指标的影响

葡萄糖是大多数动物维持需要和生长发育的主要能源物质，它能通过神经调节细胞的活性来调节食欲，从而调节动物采食量。在泌乳母猪上的研究也发现采食量与血清胰岛素和葡萄糖含量有关，低的血清葡萄糖含量可以提高母猪采食量[38]。血清尿素氮可准确反映动物体内蛋白质代谢及饲粮氨基酸平衡情况，其含量越低则表明氮的利用效率越高。本研究中，饲粮中添加 MCT 并未对母猪血清葡萄糖含量造成影响。血清胆固醇是脂肪酸不完全氧化的产物，McWhinney 等[39]给初生仔猪灌服椰子油（主要含 MCT），发现血清总胆固醇的含量无明显变化。本试验中，饲粮中添加 MCT 也未对母猪血清总胆固醇含量造成影响。

3.4 饲粮添加 MCT 对母猪初乳成分的影响

母猪初乳营养成分在很大程度上决定泌乳期仔猪的生长性能，它也是反映母猪营养状况的重要指标[40]。乳脂是乳汁的重要组成成分，对仔猪能量供给和生长发育调节等方面具有重要作用，其前体物质来源于血液中乳糜状的甘油三酯。母猪初乳中乳糖和乳蛋白含量往往不随饲粮变化而变化，但乳脂含量却易受饲粮的影响，变化较大[8，41-42]。饲粮来源的甘油三酯既可用于机体的脂类合成，也能用于乳脂的合成，母猪饲粮中添加 MCT，可以直接被肠道吸收，极少用于脂类的合成，从而提高乳中的乳脂含量。本试验结果也证明了这个观点，饲粮添加 MCT 均能提高母猪乳脂含量，与对照组相比，油剂组母猪提高了 1.27%，粉剂组母猪提高了 1.34%，差异不显著。猪乳相关的研究较少，而牛乳相关的研究较多，在奶牛相关的试验中，奶牛饲粮中分别添加 200 和 400 g/t 的辛癸酸甘油三酯对奶牛产奶量、血液生理生化指标、营养物质表观消化率、能量、氮代谢等影响均不显著，但能够显著提高乳脂含量。在猪和牛的试验中都表明泌乳期饲粮中添加 MCT 可提高乳脂含量。本试验中饲粮添加 MCT 对母猪初乳成分的影响均不显著，原因可能是 MCT 的添加水平较低。

4 结　论

妊娠后期及泌乳期母猪饲粮中添加 MCT 对母猪平均日采食量、血清生化指标、初乳成分、哺乳仔猪生长性能等均无显著影响，但添加油剂型 MCT 能够显著缩短母猪产程。

参考文献：

[1] MCDONALD P.Animal nutrition[M].Essex:Pearson Education,2010:37–38.

[2] ROSERO D S,VAN HEUGTEN E,Odle J,et al.Response of the modern lactating sow and progeny to source and level of supplemental dietary fat during high ambient temperatures[J].Journal of Animal Science,2012,90(8):2609–2619.

[3] 管武太.油脂在母猪饲粮中的应用研究进展[J].动物营养学报,2014,26(10):3078–3088.

[4] TILTON S L,MILLER P S,LEWIS A J,et al.Addition of fat to the diets of lactating sows:I.Effects on milk production and composition and carcass composition of the litter at weaning[J].Journal of Animal Science,1999,77(9):2491–2500.

[5] CHWEN L T,FOO H L,THANH N T,et al.Growth performance,plasma fatty acids,villous height and crypt depth of preweaning piglets fed with medium chain triacylglycerol[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2013,26(5):700–704.

[6] SHURSON G C,HOGBERG M G,DEFEVER N,et al.Effects of adding fat to the sow lactation diet on lactation and rebreeding performance[J].Journal of Animal Science,1986,62(3):672–680.

[7] LAURIDSEN C,DANIELSEN V.Lactational dietary fat levels and sources influence milk

composition and performance of sows and their progeny[J].Livestock Production Science,2004,91(1/2):95–105.

[8] JACKSON J R,HURLEY W L,EASTER R A,et al.Effects of induced or delayed parturition and supplemental dietary fat on colostrum and milk composition in sows[J].Journal of Animal Science,1995,73(7):1906–1913.

[9] AVERETTE L A,ODLE J,MONACO M H,et al.Dietary fat during pregnancy and lactation increases milk fat and insulin-like growth factor I concentrations and improves neonatal growth rates in swine[J].The Journal of Nutrition,1999,129(12):2123–2129.

[10] LV Y T,GUAN W T,QIAO H Z,et al.Veterinary medicine and omics (Veterinomics):metabolic transition of milk triacylglycerol synthesis in sows from late pregnancy to lactation[J].OMICS:A Journal of Integrative Biology,2015,19(10):602–616.

[11] GREENBERG A S,OBIN M S.Obesity and the role of adipose tissue in inflammation and metabolism[J].The American Journal of Clinical Nutrition,2006,83(2):461S-465S.

[12] PÈRE M C,ETIENNE M,DOURMAD J Y.Adaptations of glucose metabolism in multiparous sows:effects of pregnancy and feeding level[J].Journal of Animal Science,2000,78(11):2933–2941.

[13] BACH A C,BABAYAN V K.Medium-chain triglycerides:an update[J].The American Journal of Clinical Nutrition,1982,36(5):950–962.

[14] 何健.中链甘油三酯在动物体内的代谢及应用研究[J].中国油脂,2004,29(1):14–18.

[15] 杨金堂,黄克和,王建林,等.中链脂肪酸在畜牧业上应用的研究进展[J].畜牧与兽医,2009,41(5):100–105.

[16] ECKEL R H,HANSON A S,CHEN A Y,et al.Dietary substitution of medium-chain triglycerides improves insulin-mediated glucose metabolism in NIDDM subjects[J].Diabetes,1992,41(5):641–647.

[17] RAMÍREZ M,AMATE L,GIL A.Absorption and distribution of dietary fatty acids from different sources[J].Early Human Development,2001,65(Suppl.2):S95-S101.

[18] DE GREEFF A,BIKKER P,SMIT-HEINSBROEK A,et al.Increased fat and polyunsaturated fatty acid content in sow gestation diet has no effect on gene expression in progeny during the first 7 days of life[J].Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,2016,100(1):127–135.

[19] CHANG P S,ZUCKERMANN A M E,WILLIAMS S,et al.Seizure control by derivatives of medium chain fatty acids associated with the ketogenic diet show novel branching-point structure

for enhanced potency[J].Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics,2015,352(1):43–52.

[20] GATLIN L A,ODLE J,SOEDE J,et al.Dietary medium- or long-chain triglycerides improve body condition of lean-genotype sows and increase suckling pig growth[J].Journal of Animal Science,2002,80(1):38–44.

[21] AZAIN M J.Effects of adding medium-chain triglycerides to sow diets during late gestation and early lactation on litter performance[J].Journal of Animal Science,1993,71(11):3011–3019.

[22] SMITH D M.The yield and energy content of milk and the energetic efficiency of sows on different levels of nutrition during gestation and lactation[J].New Zealand Journal of Agricultural Research,1960,3(5):745–763.

[23] CI L,LIU Z Q,GUO J,et al.The influence of maternal dietary fat on the fatty acid composition and lipid metabolism in the subcutaneous fat of progeny pigs[J].Meat Science,2015,108:82–87.

[24] KOKETSU Y,DIAL G D,PETTIGREW J E,et al.Characterization of feed intake patterns during lactation in commercial swine herds[J].Journal of Animal Science,1996,74(6):1202–1210.

[25] 李波,陈代文,雷晓娅,等.不同脂肪源对哺乳母猪繁殖性能及养分消化率的影响[J].中国畜牧杂志,2011,47(9):31–35.

[26] 晋超.饲粮添加不同类型油脂对经产母猪生产性能和乳成分的影响[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2011:27–29.

[27] 于桂阳.能量与蛋白质水平对长大二元杂母猪繁殖性能的影响研究[D].硕士学位论文.长沙:湖南农业大学,2003:23–28.

[28] 张金枝.日粮能量结构对母猪繁殖和泌乳性能的影响研究[D].博士学位论文.杭州:浙江大学,2009:61–69.

[29] LI Y,ZHANG H,YANG L,et al.Effect of medium-chain triglycerides on growth performance,nutrient digestibility,plasma metabolites and antioxidant capacity in weanling pigs[J].Animal Nutrition,2015,1(1):12–18.

[30] LIU Y L.Fatty acids,inflammation and intestinal health in pigs[J].Journal of Animal Science and Biotechnology,2015,6:41.

[31] 周平,吴德,周东胜,等.能量水平及来源对后备母猪体成分、初情日龄和发情表现的影响[J].动物营养学报,2009,21(2):123–129.

[32] VAN DIJK A J,VAN RENS B T T M,VAN DER LENDE T,et al.Factors affecting duration of the

expulsive stage of parturition and piglet birth intervals in sows with uncomplicated,spontaneous farrowings[J].Theriogenology,2005,64(7):1573–1590.

[33] DUNSHEA F R,BELL A W,TRIGG T E.Relations between plasma non-esterified fatty acid metabolism and body fat mobilization in primiparous lactating goats[J].British Journal of Nutrition,1989,62(1):51–61.

[34] 陈赞谋.添加中链脂肪制剂对哺乳仔猪饲养效果的研究[J].家畜生态学报,1999,20(1):4–6.

[35] 朱成林,孙家鹏.中链脂肪酸对新生仔猪成活率和增重的作用[J].新疆畜牧业,2000(Suppl.1):11–14.

[36] VAN DER LENDE T,KNOL E F,LEENHOUWERS J I.Prenatal development as a predisposing factor for perinatal losses in pigs[J].Reproduction (Cambridge,England) Supplement,2001,58:247–261.

[37] COWART R P.Parturition and dystocia in swine[M]//YOUNGQUIST R S, THRELFALL W R. Current therapy in large animal theriogenology.2nd ed.St.Louis,MI,USA:Saunders,2007:778–784.

[38] MOSNIER E,LE FLOC'H N,ETIENNE M,et al.Reduced feed intake of lactating primiparous sows is associated with increased insulin resistance during the peripartum period and is not modified through supplementation with dietary tryptophan[J].Journal of Animal Science,2014,88(2):612–625.

[39] MCWHINNEY V J,POND W G,MERSMANAN H J.Ontogeny and dietary modulation of 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl-CoA reductase activities in neonatal pigs[J].Journal of Animal Science,1996,74(9):2203–2210.

[40] NOBLET J,DOURMAD J Y,ETIENNE M.Energy utilization in pregnant and lactating sows:modeling of energy requirements[J].Journal of Animal Science,1990,68(2):562–572.

[41] KROGH U,BRUUN T S,AMDI C,et al.Colostrum production in sows fed different sources of fiber and fat during late gestation[J].Canadian Journal of Animal Science,2015,95(2):211–223.

[42] VICENTE J G,ISABEL B,CORDERO G,et al.Fatty acid profile of the sow diet alters fat metabolism and fatty acid composition in weanling pigs[J].Animal Feed Science and Technology,2013,181(1):45–53.

Effects of Dietary Supplementation of Medium-Chain Triglyceride on Reproductive Performance, Serum Biochemical Indices and Colostrum Composition of Sows

ZHANG Wenfei[1,2] ZHANG Hongju[1,2] GUAN Wutai[1,2*] CHEN Jun[1,2] LUO Xufang[1] CHEN Fang[1] DENG Yuelin[1]

(1.*College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou* 510642, *China;* 2. *SCAU-Unioil Feeding Oil＆Fat Research Centre, College of Animal Science, South China Agricultural University, Guangzhou* 510642, *China)*

Abstract: The experiment was conducted to investigate the effects of dietary supplementation of medium-chain triglyceride (MCT) on reproductive performance, serum biochemical indices and colostrum composition of sows during late gestation and lactation. A total of 120 sows (Yorkshire, parity: 3 to 5) were equally allocated by similar predicted farrowing date, parity, body condition and history reproductive performance to 3 groups with 40 replicates per group and 1 sow per replicate. Sows in the control group were fed a basal diet (contained 3.17% soyben oil), sows in the oil group were fed the diets which used 0.6% pure oil-type MCT to replace 0.6% soyben oil (contained 2.57% soyben oil), and the others in the in powder group were fed the basal diet supplemented with 0.5% microcapsule-powder-type MCT. The study was carried out from day 85 of gestation of sows until weaning of piglets. The results showed as follows: 1) compared with the control group, the labor of sows in oil group and powder group were decreased by 17.58% (P<0.05) and 9.21%(P>0.05), respectively; the average daily feed intake of sows during lactation in oil group and powder group were increased by 5.92% and 10.07% (P>0.05), respectively; the estrus by day 7 of post weaning sows in oil group and powder group were increased by 6.52% and 4.25% (P>0.05), respectively. However, dietary supplementation of MCT had no effects on other reproductive performance indices of sows (P>0.05). 2) Dietary supplementation of MCT had no effects on serum biochemical indices of sows (P>0.05). 3) Compared to the control group, the milk fat cantents in colostrum in oil group and powder group were increased by 18.09% and 19.09% (P>0.05), respectively. Dietary supplementation of MCT had no effects on colostrum composition of sows (P>0.05). In conclusion, dietary supplementation of MCT do not improve producitivity performance, serum biochemical indices and colostrum composition of sows during late gestation and lactation, but supplementation with oil-type MCT can decrease labor of sow.

Key words: medium-chain triglyceride; sows; reproductive performance; serum biochemical indices; colostrum composition

---

*Corresponding author, professor, E-mail: wtguan @scau.edu.cn （责任编辑　武海龙）